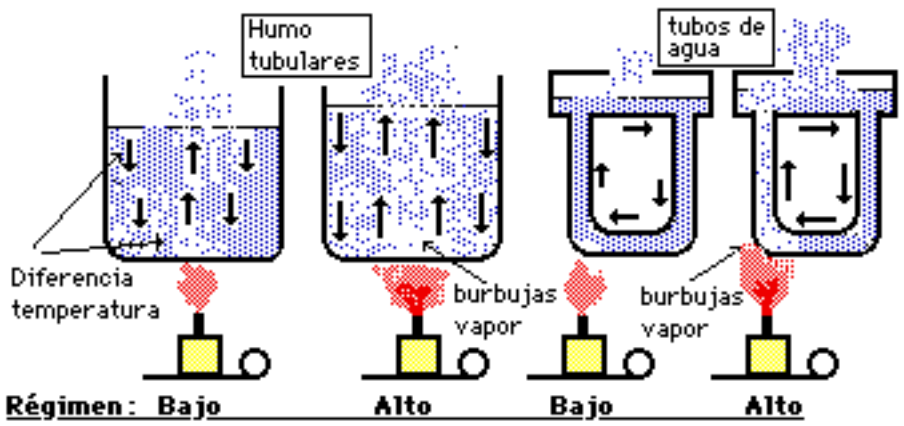
CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

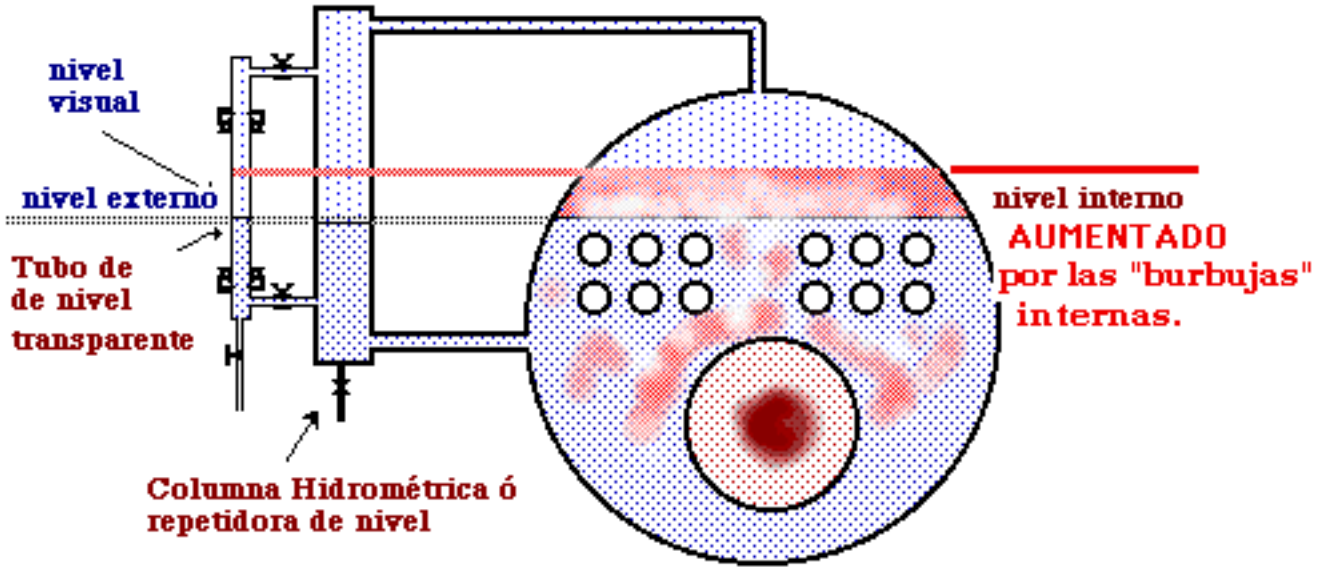
LA OSCILACIÓN DE LOS NIVELES DE AGUA EN CALDERAS

La circulación interna del agua de las calderas es el principal parámetro a tener en cuenta para la integridad de la misma.



La oscilación de los niveles son una señal que debe tenerse muy en cuenta para saber de que algo anda mal en el interior de la caldera o sea, la circulación interna del agua es correcta (espumas, arrastres, posibilidad de "priming": arrastre masivo).

CALDERA CON REGIMEN NORMAL


nivel visual
nivel externo
Tubo de de nivel transparente
Columna Hidrométrica ó repetidora de nivel
nivel interno AUMENTADO por las "burbujas" internas.

La oscilación normal en los niveles visuales (y los automáticos) son de una variación de altura que va de unos pocos mm. a unos 20 mm. aprox., cuando la caldera está a pleno régimen. **Cuando se genera una inestabilidad interna del nivel del agua, la agitación de los niveles supera los 20 mm.**, lo cual provoca efectos de "prende y apaga" de la bomba de alimentación o "prende y apaga" el quemador de la caldera (ambas cosas totalmente indeseables, dado que aumentan el riesgo que provoca la oscilación).

La observación de los niveles visuales son una información de primera importancia para los foguistas, ya que les permite **tomar acciones de corrección de situaciones que pueden llevar a la caldera desde un simple arrastre a un colapso de hogar** (en las humo-tubulares) **o quema de tubos** (acuo-tubulares).

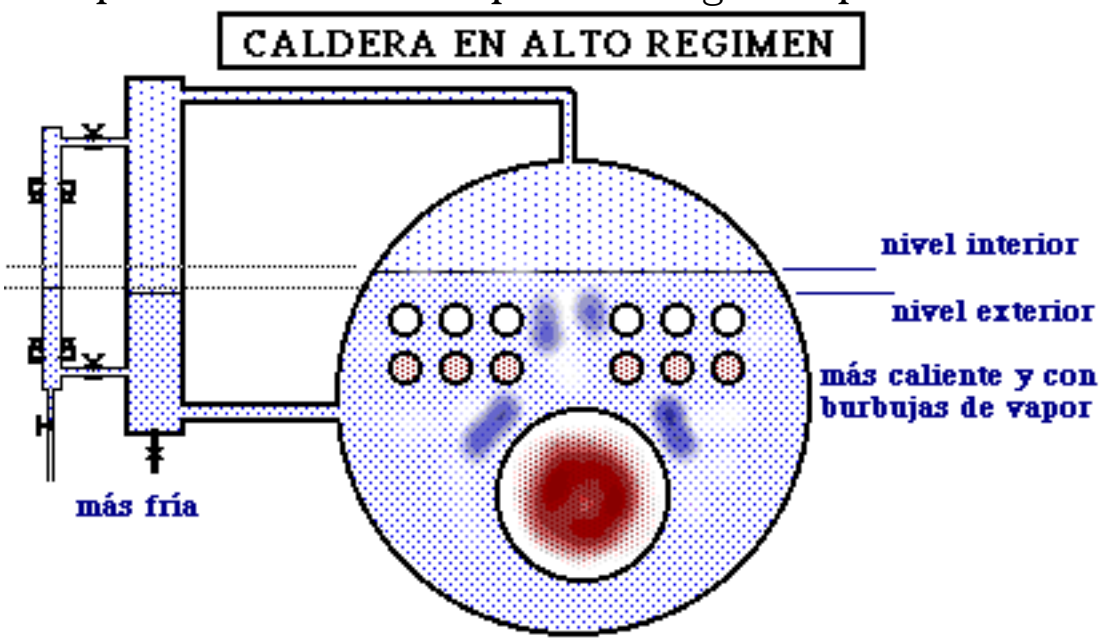
La oscilación de los niveles nunca deben ser amortiguadas artificialmente de tal manera que no reflejen la situación interna de la caldera (que el nivel sea el repetidor del nivel interno es de fundamental importancia). El nivel de la columna hidrométrica externa es de menor altura que el nivel interno del agua de caldera, ya que el agua en el interior de la caldera está más caliente, pero fundamentalmente con burbujas de vapor, haciendo más "liviana" la columna de agua interna (por lo cual es más elevada que la exterior).

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

LA OSCILACION DE LOS NIVELES DE AGUA EN CALDERAS

Cuando la caldera está fría, ambos niveles están a la misma altura, a medida que **la caldera se calienta y empieza a producir vapor, el nivel interior se eleva sobre el nivel exterior**. **A medida que aumenta el régimen de combustión, el nivel interior aumenta**. **Si hay un consumo súbito**, la burbujas internas sobre las superficie de transferencias aumentan en cantidad y volumen, por lo que hace más liviana el agua interior, elevando aún más su nivel interno. Si las condiciones tenso-activas (provocadas por parámetros físicos-químicos : PH, T.S.D. , ALCALINIDAD, CONTAMINANTES, etc.), las condiciones hacen que las burbujas aumenten de cantidad, el nivel sube, se forma espuma, produciéndose arrastres desde pequeñas "gotitas", hasta arrastres "masivos" (priming), o una alteración de la circulación interna que no refrigera bien las superficies de intercambio, produciendo la deformación del metal de transferencia.

Antes de que se llegue a esta última situación, los niveles oscilan, dando una señal proporcional al problema (alteración de la circulación interna), lo que da al foguista la oportunidad de actuar para amortiguar el problema o eliminarlo.



Cuando un nivel oscila por encima de lo normal, se puede deber a las siguientes causas:

1-Exceso de consumo (que hace bajar la presión y agrava el problema)**.**

2-Falta de purga (exceso de sales disueltas o en suspensión, se afecta la tenso-actividad del agua).

3-Exceso de alcalinidad, PH u otras sales, que han rebasado el límite químico establecido (afecta la tenso-actividad del agua)**.**

4-Contaminación, generalmente de orgánicos (elementos tenso-activos que modifican el comportamiento del agua)**.**

5- Condiciones de la combustión (tabiques en mal estado, fuego fuera de lugar, llama inestable, falta de modulación, etc.).

6- Caldera incrustada (se altera la circulación interna por falta de intercambio en las zonas diseñadas para ello y por "estrangulación" del pasaje de la circulación del agua, por lo que se corren las zonas de transferencia térmica, compensando la producción de vapor con más combustión, lo que se nota al aumentar la temperatura de chimenea).

7- Sumatoria de los elementos anteriores (el efecto acumulativo es muy notable)**.**

Todos los puntos anteriores, pueden llevarnos desde un pequeño arrastre hasta un "priming" (arrastre masivo), o a la fisura por fatiga térmica (por mal enfriamiento de algunas partes de las superficies de transferencia), llegando a quemar tubos en una caldera acuo-tubular o hasta el colapsado del hogar en una caldera humo-tubular (como se muestra en la foto siguiente).

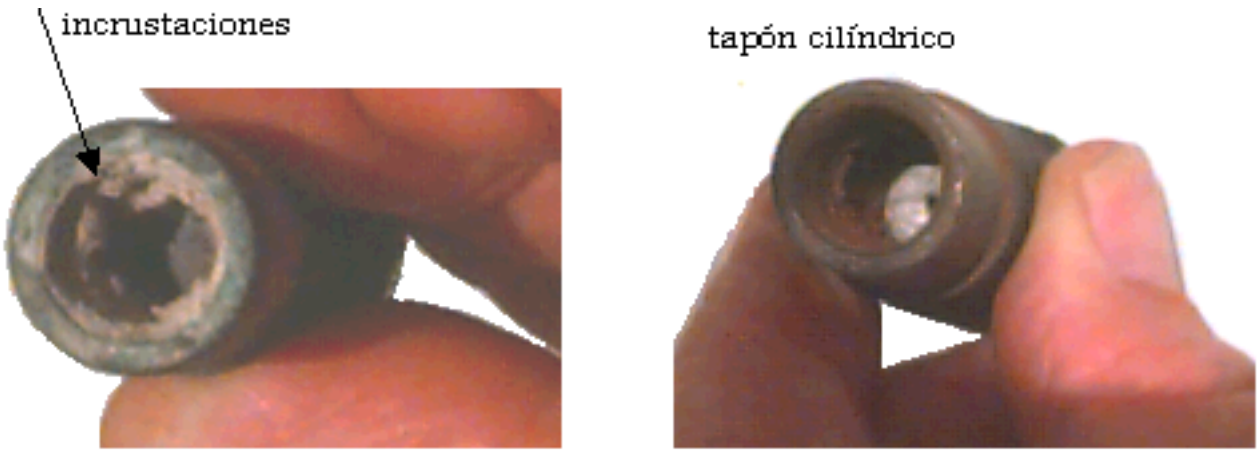
CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

LA OSCILACION DE LOS NIVELES DE AGUA EN CALDERAS

Vista desde la capilla trasera

Hogar colapsado, notar que hay penetración lateral

Muchas veces o casi siempre, que ocurre un problema de los nombrados anteriormente, en la cual se "queman" tubos (acuo-tubulares), **o se "aplastan" hogares cilíndricos, lo que se piensa es que la caldera se ha quedado sin agua. <u>Esto no siempre es así</u>. Puede que el agua se ha separado de las superficies de gran transferencia térmica y las mismas han cedido frente a la presión por falta de enfriamiento.**



El tapón fusible fundido puede indicar la condición de haber ocurrido un bajo nivel, pero puede que se haya fundido parcialmente por ser "cilíndrico", por estar incrustado o mal fundido o por frecuentes pequeñas alteraciones de nivel.

Cuando la caldera se queda sin agua o hace un bajo nivel, si tiene tapón fusible, el mismo debe fundirse totalmente, ya que queda expuesto a una temperatura superior a la que funde el estaño.

<u>Si realmente se produce un pérdida de nivel que hace colapsar el hogar en el caso de las calderas humo-tubulares, se producen las siguientes condiciones:</u>

1-La presión baja (ya que hay menos superficie transferencia expuesta al agua para vaporizarla).

2-Como hay tubos superiores en la cámara de vapor aumentada por la bajada de nivel, expuestos a los gases calientes y no son enfriados por el agua, se sobrecalienta el vapor (esto produce un olor de recalentamiento en la distribución de vapor que la gente de producción lo nota, puede llegar hasta producirse un incendio por exceso de temperatura de la aislación).

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

3-Estos tubos superiores al estar expuestos a la alta temperatura de los gases, no se refrigeran por el agua faltante, se dilatan y "rompen" los mandrilados y soldaduras sobre las placas (generalmente la más caliente), **y/o tienden a "doblarse"** (por el empuje entre las placas).

4-Las zonas expuestas a los gases calientes y sin la adecuada refrigeración, toman una coloración rojo-azulada, debido al recalentamiento (inclusive se desprende las incrustaciones al desdoblarse los carbonatos precipitados, debido a que se descomponen con la temperatura)**.**

5-El hogar se puede aplastar, pero no presenta una coloración de recalentamiento, y el aplastamiento puede ser desde "arriba" hacia "abajo", pero también puede ser en forma "lateral", como el primer ejemplo.

Realmente, cuando la caldera se ha quedado sin agua, ocurre en el hogar (humo-tubulares) lo que se muestra en la foto siguiente: **recalentamiento, plasticidad del material, color rojo-azulado, se forma un "globo" de la pared de hogar que se ha estirado, etc.** En las caldera acuo-tubulares, los tubos presentan estiramientos, torceduras y quemado (cuando el problema es de circulación por lo general se forma "bellotas" estiradas hasta su "rebentón" o que quedan en los tubos con la pared "afinada").

Puede haber casos en que no queden tan claros a primera vista, por lo que se debe investigar si los controles de corte por bajo nivel por alguna causa han fallado. En la caldera inferior falló un control de nivel por corto-circuito.

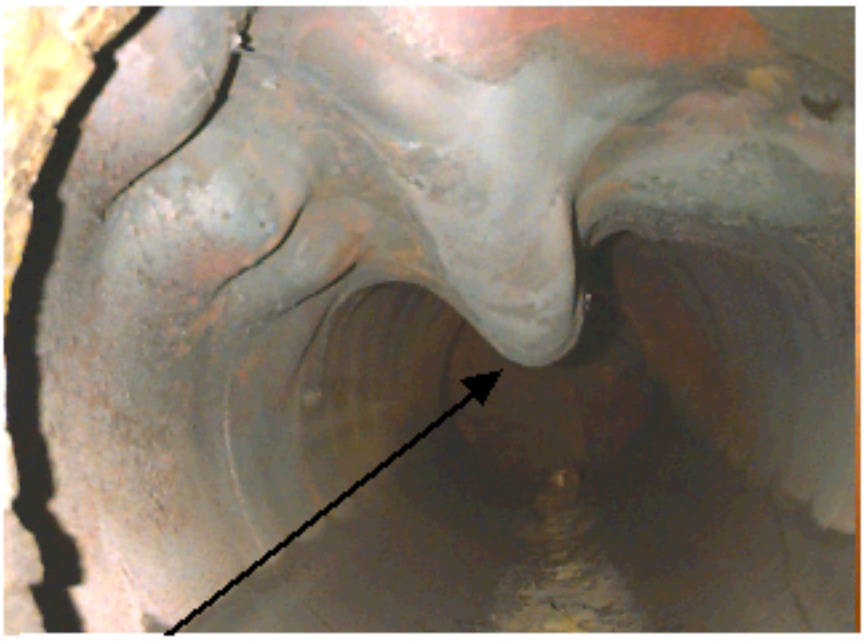
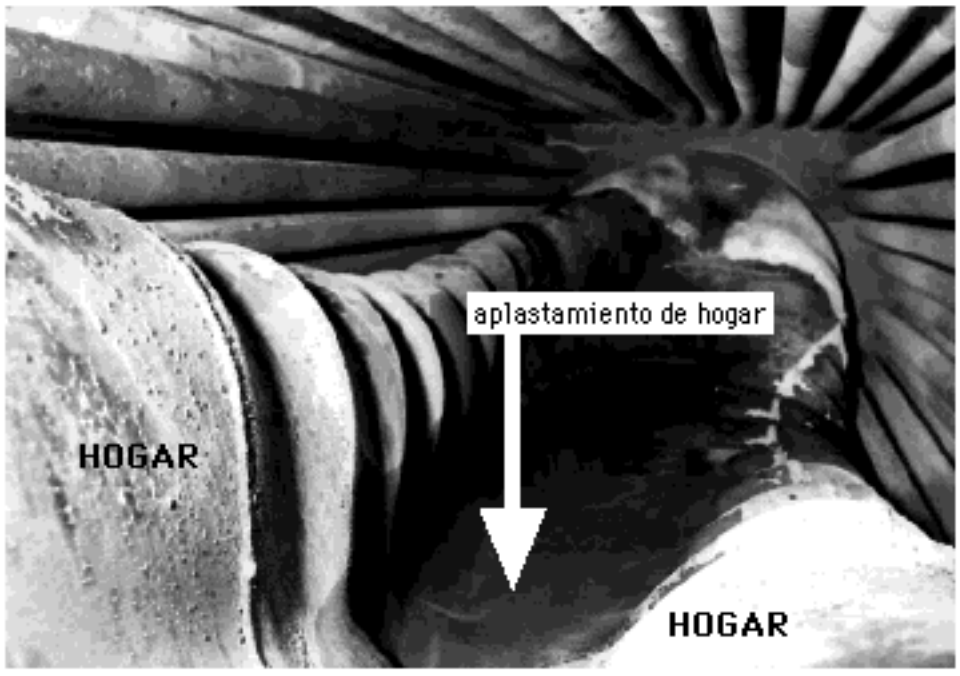


FOTO DE HOGAR COLAPSADO POR BAJO NIVEL DE AGUA

En la foto que sigue (no confundir con la anterior)**,** si bien parece que la caldera se ha quedado sin agua por falla de los controles de nivel (corte de combustión por bajo nivel) no es así, ya que **esta caldera tenía los controles de nivel en buenas condiciones de operación** (o sea que funciona el corte de combustión por bajo nivel) y además el tapón fusible no estaba totalmente fundido. Este caso, mirado a la ligera, confunde, pero quienes estuvimos manejando la información, fue un caso que el "priming" por exceso de sales (falta de purga), por exceso de alcalinidad (exceso de fosfato trisódico) y **un exceso de consumo de vapor** (la caldera alimentaba "fulones" de una curtiembre y las válvulas eran del tipo esférico de pase total, o sea que al abrirlas sin cuidado, el vapor pasaba casi libremente, lo que provocaba en la caldera una bajada de presión). Esta alteración de circulación interna, provocó la falla en segundos (ver que los tubos no llegaron a doblarse, ni están "quemados".

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

LA OSCILACION DE LOS NIVELES DE AGUA EN CALDERAS



Cuando la presión baja, se produce el aumento del volumen del vapor (aumenta el volumen que ocupa un kg. de vapor, ejemplo: a 10 kg/cm2 el vapor ocupa 0,180 m3/kg de vapor, si la presión baja a 3 kg/cm2 este mismo kg. de vapor ocupa 0,470 m3/kg de vapor, esto significa que aumentó su volumen a más del doble). **Al aumentarse el volumen del vapor, las superficies de transferencia llegan a un límite de circulación superficial que "alejan" al agua de enfriamiento de las mismas** (el metal no se refrigera correctamente), **el nivel del agua sube momentáneamente debido al crecimiento de las burbujas** (el alto nivel momentáneo facilita el arrastre), **pero lo que es peor, la superficie de separación entre el agua y el vapor, en la cámara de vapor, está sometida un exceso de desprendimiento volumétrico de vapor** (que no deja que haya una separación correcta del vapor, arrastrando con ello al agua. En forma práctica se toma como límite máximo unos 200 a 250 m3./hora de vapor por m2. de superficie del agua y el vapor). **Esta situación se agrava con las condiciones químicas del agua.**

Todas estas circunstancias, alteran la circulación interna del agua de la caldera, e impiden una correcta refrigeración del material de la misma, llevando a los problemas que se asemejan a una falta de nivel de agua.

Lo único que nos permite avizorar la presencia de esta situación es la observación de los niveles, por lo que nunca los mismos deben ser "amortiguados" en su oscilación por medios físicos que no nos permitan observar las condiciones de oscilación interna (puede haber la necesidad de hacer los repetidores de columna de agua, de tal manera que no oscilen aumentando la oscilación interna, o sea creando una "falsa" o ampliación de la oscilación interna, que interfiera en el correcto trabajo de los controles de nivel, **siempre deben reflejar el nivel interno en la forma más fiel posible**).

Nunca se deben poner elementos que puedan provocar el "taponamiento" de las conexiones de los controles de nivel (como ser placas de orificio, válvulas de corte, juntas mal cortadas en las platinas, caños de poco diámetro, etc) **con el fin de sacar las oscilaciones.**

Si hay oscilaciones, deben de eliminarse desde la problemática de su generación y nunca desde su efecto en los niveles, ya que esto puede generar un falso comportamiento de manejo de la caldera.

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

LA OSCILACION DE LOS NIVELES DE AGUA EN CALDERAS

La causa de la baja presión es muy importante y es la menos entendida por el observador, por eso, las calderas todas, debieran estar protegidas de esta situación, disponiendo para ello una placa de orificio a la salida de vapor (que genere una pérdida de carga que no permita que la caldera al máximo de su combustión baje la presión en demasía), teniendo como otro elemento auxiliar, un presóstato que no permita entrar la llama en alta si la presión tiende a bajar en demasía (pudiendo tener una alarma que indique la actuación de este presóstato, con indicación lumínica permanente de situación y con alarma acústica rearmable).

Cuando los niveles oscilan, el foguista debe inmediatamente tomar las siguientes medidas:

1-Si hay exceso de combustión y la presión baja, cerrar los consumos de vapor secundarios o estrangular aquellos causantes del problema.

2-Si la presión es normal, pero hay oscilación, abrir la purga continua lo más posible y efectuar un control químico del agua.

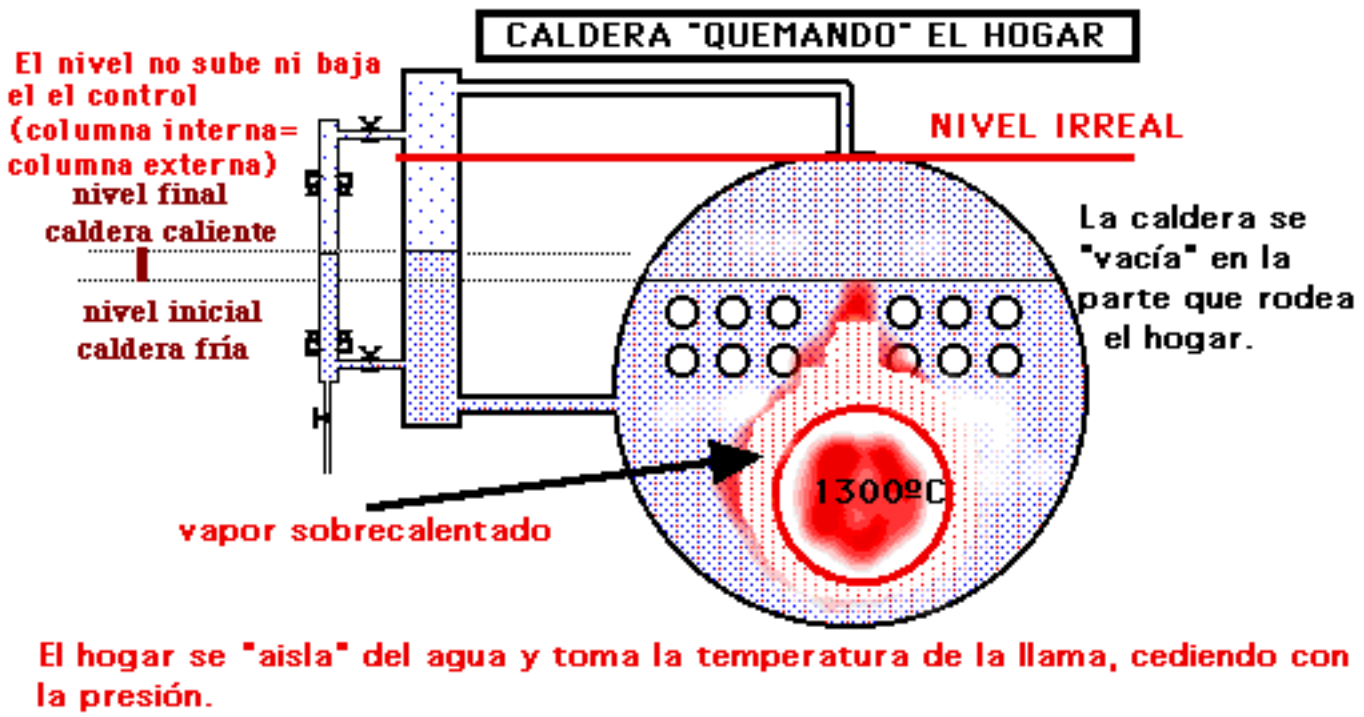
Verificar que el Total de Sales Disueltas (T.S.D.), el PH, la Alcalinidad Total, etc. estén dentro de los valores normales.

En caso de haber "barros" (aguas de nivel turbias), proceder a purgar de fondo, tratando de incomunicar la caldera y apagar los fuegos, para dejar asentar los barros antes de purgar repetidas veces (el material en suspensión afecta el comportamiento del agua para formar espumas).

3-Si la oscilación continúa, y los valores de presión y químicos son normales, observar la combustión (ver la disposición de la llama si está normal, ver la temperaturas de chimenea por "baffles" rotos, etc.), **si la llama es correcta y la temperatura de chimenea normal, debe de desconfiarse de la posibilidad de una contaminación por elementos tenso-activos que no se detectan en los análisis químicos normales** (estos pueden ser elementos del propio proceso de uso del vapor, que pueden venir en los condensados y/o en el propio vapor que al cerrar algunas de la cañerías se hace una vacío al enfriar el vapor, que introduce los productos que puedan estar en contacto por inyección directa del vapor o por perforaciones en las serpentinas o placas de intercambio, que luego son "empujadas" a través del sistema de retorno al agua de alimentación de caldera o que se introducen directamente en la caldera al estar esta apagada y fría cuando la misma trabaja unos horas al día y se dejan la válvula de cuello de vapor abierta o esta pierde). **Para evitar estas situaciones, aconsejo poner válvulas de retención y válvulas rompe vacío, cerrando la válvula de cuello de vapor de la caldera al terminar la jornada** (siempre conviene cerrar la válvula de vapor sin dejar descomprimir la caldera rápidamente, para evitar que un "stress" térmico del rápido enfriamiento de la caldera al bajar la presión rápidamente, pueda afectar la estructura mecánica de la misma : cerrar el vapor, esperar que la caldera corte por alta presión y apagar la combustión).

CARLOS W.THOMASSET
ASESOR TÉCNICO INDUSTRIAL
Montevideo-URUGUAY

LA OSCILACION DE LOS NIVELES DE AGUA EN CALDERAS


CALDERA "QUEMANDO" EL HOGAR
El nivel no sube ni baja el el control (columna interna= columna externa)
nivel final caldera caliente
nivel inicial caldera fría
NIVEL IRREAL
La caldera se "vacía" en la parte que rodea el hogar.
1300ºC
vapor sobrecalentado
El hogar se "aisla" del agua y toma la temperatura de la llama, cediendo con la presión.

La bajada pronunciada de la presión con la combustión en alta, pudiendo la situación agravarse por razones fisicoquímicas, provoca lo que mostramos en la figura anterior. Aquí se expresa la idea de que el hogar queda momentáneamente aislado de la refrigeración del agua por efecto de un alejamiento de la misma a la zona alta de la cámara de vapor, quedando el hogar rodeado por una capa de vapor "aislante" (no olvidar que en el hogar la llama tiene más de 1.300ºC, lo que hace que el metal pueda rápidamente llegar a la plasticidad sino es refrigerado adecuadamente). Dado que el nivel de agua en los controles no refleja la condición interna, ya que la caldera realmente no perdió en nivel de agua (la cantidad de agua interna es la misma), sino que cambió la distribución interna dentro de la caldera, lo cual no permite a los controles automáticos detectar un problema de "falta de nivel de agua" y apagar el quemador.

Carlos W. Thomasset